

Control method of exciting a pulse laser and power supply unit for exciting a pulse laser

Patent Number: ☐ [US6222862](#)
Publication date: 2001-04-24
Inventor(s): KINBARA YOSHIHIDE (JP); SATO SHINJI (JP)
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (US)
Requested Patent: ☐ [JP11135860](#)
Application Number: US19980119940 19980721
Priority Number(s): JP19970301153 19971031
IPC Classification: H01S3/10; H01S3/00; H01S3/097; H02M7/00; H02M5/00
EC Classification: [H01S3/0941](#), [H01S5/042](#)
Equivalents: CA2243176, ☐ [DE19839082](#), ☐ [FR2770692](#), TW381365

Abstract

A power supply unit provides therein a first power unit outputting a first excitation amplitude and operating from rising of a reference pulse signal outputted from a reference oscillator until rising of a first time delay signal having a time delay to the reference pulse signal, a second power unit outputting a second excitation amplitude and operating from rising of the first time delay signal until rising of a second time delay signal having a time delay to the first time delay signal, and a third power unit outputting a third excitation amplitude and operating from rising of the second time delay signal until falling of the first time delay signal, and supplies output by synthesizing output from the first power unit, second power unit and the third power unit to the exciting unit

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-135860

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.⁶H 0 1 S 3/092
3/096
3/097

識別記号

F I

H 0 1 S 3/092
3/096
3/097

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平9-301153

(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 金原 好秀

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 佐藤 信二

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

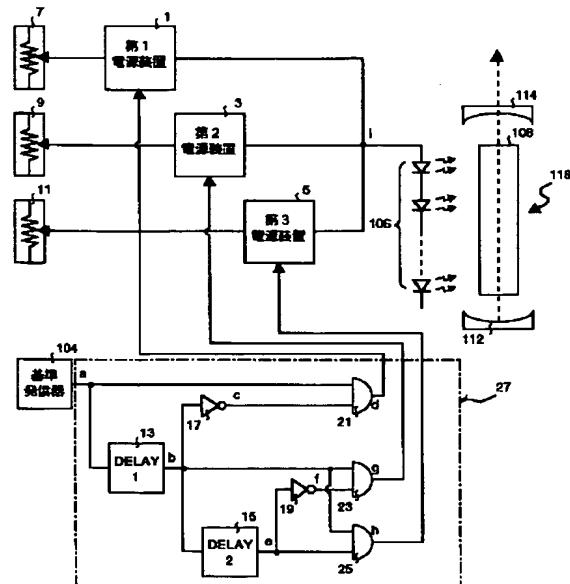
(74) 代理人 弁理士 酒井 宏明

(54) 【発明の名称】 パルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ出力信号に対して立ち上がりの遅れがなく、定常出力に速く達し、パルス出力の応答が速くて効率の高いパルスレーザ励起用電源装置を得ること。

【解決手段】 第1励起強度を出力し基準発信器104が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで動作する第1電源装置1と、第2励起強度を出力し第1時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作する第2電源装置3と、第3励起強度を出力し第2時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作する第3電源装置5とを設け、第1電源装置1と第2電源装置3と第3電源装置5の合成出力を励起手段であるレーザダイオード106に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のバルスレーザ励起制御方法において、

レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第 1 励起強度による励起を前記励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第 2 励起強度による励起を前記励起手段に対して行い、第 2 励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第 3 励起強度による励起を前記励起手段に対して行うことを特徴とするバルスレーザ励起制御方法。

【請求項 2】 前記第 1 励起強度は、レーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であることを特徴とする請求項 1 に記載のバルスレーザ励起制御方法。

【請求項 3】 前記第 2 励起強度は、前記第 3 励起強度に比べ高い励起強度であり、前記第 2 励起強度によるレーザ出力は前記第 3 励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のバルスレーザ励起制御方法。

【請求項 4】 前記第 1 励起強度は、レーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のバルスレーザ励起制御方法。

【請求項 5】 放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のバルスレーザ励起用電源装置において、

第 1 励起強度を出力する第 1 電源装置と、

第 2 励起強度を出力する第 2 電源装置と、

第 3 励起強度を出力する第 3 電源装置と、

を有し、

前記第 1 電源装置は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第 1 時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第 2 電源装置は前記第 1 時間遅れ信号の立ち上がりから当該第 1 時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第 2 時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第 3 電源装置は前記第 2 時間遅れ信号の立ち上がりから前記第 1 時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、

前記第 1 電源装置と前記第 2 電源装置と前記第 3 電源装置の合成出力を前記励起手段に供給することを特徴とするバルスレーザ励起用電源装置。

【請求項 6】 前記第 1 電源装置と前記第 2 電源装置と前記第 3 電源装置は、それぞれ電流設定器の設定値に対し直流電源に並列に接続され、前記第 1 電源装置と前記第 2 電源装置と前記第 3 電源装置は、それぞれ、直流電源の正極側に接続された定電流供給用のスイッチング素

子とダイオードの直列体を含み当該スイッチング素子と当該ダイオードとの接続点に接続されたリアクトルの電流を一定に制御する定電流供給部と、直流電源の正極側に接続されたダイオードと出力遮断制御用のスイッチング素子と直列体を含み当該スイッチング素子と当該ダイオードとの接続点に前記リアクトルを接続された出力遮断部とを有し、前記出力遮断部より励起手段としてのレーザダイオードに励起エネルギーを供給することを特徴とする請求項 5 に記載のバルスレーザ励起用電源装置。

【請求項 7】 放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のバルスレーザ励起用電源装置において、

一つの電源装置と、

第 1 励起強度を設定する第 1 電流設定器と、

第 2 励起強度を設定する第 2 電流設定器と、

第 3 励起強度を設定する第 3 電流設定器と、

前記第 1 ～ 第 3 の電流設定器のうちの一つを択一的に前記電源装置に接続するスイッチと、

を有し、

前記スイッチの切換動作により、前記第 1 電流設定器は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第 1 時間遅れ信号の立ち上がりまで前記電源装置に接続され、前記第 2 電流設定器は前記第 1 時間遅れ信号の立ち上がりから当該第 1 時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第 2 時間遅れ信号の立ち上がりまで前記電源装置に接続され、前記第 3 電流設定器は前記第 2 時間遅れ信号の立ち上がりから前記第 1 時間遅れ信号の立ち下がりまで前記電源装置に接続されることを特徴とするバルスレーザ励起用電源装置。

【請求項 8】 放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のバルスレーザ励起用電源装置において、

第 1 励起強度を出力する第 1 電源装置と、

第 3 励起強度を出力する第 3 電源装置と、

を有し、

前記第 1 電源装置は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第 1 時間遅れ信号に対してさらに時間遅れを有する第 2 時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第 3 電源装置は前記第 1 時間遅れ信号の立ち上がりから前記第 1 時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、

前記第 1 電源装置と前記第 3 電源装置の合成出力を前記励起手段に供給することを特徴とするバルスレーザ励起用電源装置。

【請求項 9】 放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のバルスレーザ励起用電源装置に

において、

第1励起強度を出力する第1電源装置と、

第3励起強度を出力する第3電源装置と、

を有し、

前記第1電源装置は、直流電源の正極側に設けられたスイッチング素子と前記直流電源の正極側に設けられたダイオードとの直列体を有し、前記スイッチング素子と前記ダイオードとの接続点にリアクトルを接続され、スイッチング素子は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する時間遅れ信号の立ち上がりまでオンし、前記第3電源装置は前記時間遅れ信号の立ち上がりから当該時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、前記リアクトルと前記第3電源装置の出力の合成出力を前記励起手段に供給することを特徴とするパルスレーザ励起用電源装置。

【請求項10】 前記第1励起強度は、レーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であることを特徴とする請求項5～9のいずれか一つに記載のパルスレーザ励起用電源装置。

【請求項11】 前記第2励起強度は、前記第3励起強度に比べ高い励起強度であり、前記第2励起強度によるレーザ出力は前記第3励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力することを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載のパルスレーザ励起用電源装置。

【請求項12】 前記第1励起強度は、レーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であることを特徴とする請求項5～10のいずれか一つに記載のパルスレーザ励起用電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置に関し、特に、放電、ランプ、レーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置におけるパルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図16は、従来のレーザ励起用電源装置によるレーザダイオード励起固体レーザ装置を示している。レーザ励起用電源装置100は、電流設定器102によって設定された電流値の電流を、基準発信器104が出力する基準パルス信号（レーザ電源出力信号）に同調して励起手段であるレーザダイオード106に出力する。

【0003】レーザダイオード106は通電により励起光を出力してYAGロッド等による固体レーザ媒質108を励起し、固体レーザ媒質108は後方配置の全反射鏡112と前方（出力側）配置の半反射鏡114とによる光共振器116よりレーザをパルス出力する。

【0004】図17（a）～（c）は、図16に示されているような従来の電源装置による電源出力波形とレーザ出力波形を示している。図17（a）は電流設定器102による電流設定値PIが低い場合の電源出力波形を、図17（b）は電流設定器102による電流設定値PIが高い場合の電源出力波形をそれぞれ示しており、図17（c）の符号Laは電流設定値PIが低い場合のレーザ出力波形を、符号Lbは電流設定値PIが高い場合のレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【0005】従来のレーザ励起用電源装置では、電源出力波形は、図17（a）、（b）に示されているように、電流設定値PIの大きさに拘わらず単純な一つの矩形波形、すなわち1パルスで電流設定値PIが一定な波形である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のレーザ励起用電源装置は、単純な一つの矩形波形（1パルスで電流設定値PIが一定）をもって電流をパルス出力するため、電流設定値PIが低いと、レーザ出力は、図17（c）において符号Laにより示されているようになり、電源出力（レーザ出力信号）に対するレーザ出力の立ち上がりの遅れDaは大きく、50～70μsを必要とする。

【0007】この遅れは、電流設定値を高くすることで、その設定値に応じて小さくなるが、かなり高い電流（2～3倍）に設定しても、レーザ出力は、図17（c）において符号Lbにより示されているように、遅れDbを20～30μs以下には短縮することができない。

【0008】また、電流設定値の如何に拘わらず、レーザ出力が安定状態に達するまで立ち上がり時間Ta、Tbは、図17（c）に示されているように、一次遅滞的に増加し、100～200μsの時間を必要とすることが避けられない。

【0009】レーザ加工用として、パルスレーザ出力を使用する場合、代表的な加工条件として、パルス周波数を1kHz、デューティを10%に選んだ場合、パルス幅は100μsになり、このパルス幅は図17（c）の時間tに相当する。この加工条件では、電流設定値PIが低い場合には、レーザ出力Laはほとんど得られず、電流設定値PIが高い場合でも、安定状態のレーザ出力Lbは得られず、出力波形は三角波のような波形になってしまう。このため、従来の電源装置では、パルス周波数を高く、デューティを低く設定すると、切断加工等の加工特性が悪化する。

【0010】上述のようなことから、従来のレーザ励起用電源装置では、レーザ出力の高速応答ができず、短パルス加工の場合には正確なパルスレーザ出力を出力することができないという問題点があった。

【0011】この発明は、上述の如き問題点を解消するためになされたもので、レーザ電源出力信号に対してレ

ーザ出力の立ち上がりの遅れがなく、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性を改善するパルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起制御方法は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起制御方法において、レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第1励起強度による励起を前記励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第2励起強度による励起を前記励起手段に対して行い、第2励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第3励起強度による励起を前記励起手段に対して行うものである。

【0013】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法は、前記第1励起強度がレーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であるものである。

【0014】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法は、前記第2励起強度が前記第3励起強度に比べ高い励起強度であり、前記第2励起強度によるレーザ出力は前記第3励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力するものである。

【0015】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法は、前記第1励起強度がレーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であるものである。

【0016】また上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起用電源装置において、第1励起強度を出力する第1電源装置と、第2励起強度を出力する第2電源装置と、第3励起強度を出力する第3電源装置とを有し、前記第1電源装置は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第2電源装置は前記第1時間遅れ信号の立ち上がりから当該第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第3電源装置は前記第2時間遅れ信号の立ち上がりから前記第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、前記第1電源装置と前記第2電源装置と前記第3電源装置の合成出力を前記励起手段に供給するものである。

【0017】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、前記第1電源装置と前記第2電源装置と前記第3電源装置がそれぞれ電流設定器の設定値に対し直流電源に並列に接続され、前記第1電源装置と前記第2電源

装置と前記第3電源装置は、それぞれ、直流電源の正極側に接続された定電流供給用のスイッチング素子とダイオードの直列体を含み当該スイッチング素子と当該ダイオードとの接続点に接続されたリアクトルの電流を一定に制御する定電流供給部と、直流電源の正極側に接続されたダイオードと出力遮断制御用のスイッチング素子と直列体を含み当該スイッチング素子と当該ダイオードとの接続点に前記リアクトルを接続された出力遮断部とを有し、前記出力遮断部より励起手段としてのレーザダイオードに励起エネルギーを供給するものである。

【0018】また上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起用電源装置において、一つの電源装置と、第1励起強度を設定する第1電流設定器と、第2励起強度を設定する第2電流設定器と、第3励起強度を設定する第3電流設定器と、前記第1～第3の電流設定器のうちの一つを択一的に前記電源装置に接続するスイッチとを有し、前記スイッチの切替動作により、前記第1電流設定器は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで前記電源装置に接続され、前記第2電流設定器は前記第1時間遅れ信号の立ち上がりから当該第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで前記電源装置に接続され、前記第3電流設定器は前記第2時間遅れ信号の立ち上がりから前記第1時間遅れ信号の立ち下がりまで前記電源装置に接続されるものである。

【0019】また上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起用電源装置において、第1励起強度を出力する第1電源装置と、第3励起強度を出力する第3電源装置とを有し、前記第1電源装置は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号に対してさらに時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第3電源装置は前記第1時間遅れ信号の立ち上がりから前記第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、前記第1電源装置と前記第3電源装置の合成出力を前記励起手段に供給するものである。

【0020】また上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起用電源装置において、第1励起強度を出力する第1電源装置と、第3励起強度を出力する第3電源装置とを有し、前記第1電源装置は、直流電源の正極側

に設けられたスイッチング素子と前記直流電源の正極側に設けられたダイオードとの直列体を有し、前記スイッチング素子と前記ダイオードとの接続点にリアクトルを接続され、スイッチング素子は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する時間遅れ信号の立ち上がりまでオンし、前記第3電源装置は前記時間遅れ信号の立ち上がりから当該時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、前記リアクトルと前記第3電源装置の出力の合成出力を前記励起手段に供給するものである。

【0021】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、前記第1励起強度がレーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であるものである。

【0022】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、前記第2励起強度が前記第3励起強度に比べ高い励起強度であり、前記第2励起強度によるレーザ出力は前記第3励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力するものである。

【0023】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、前記第1励起強度がレーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であるものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照してこの発明に係るパルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下に説明するこの発明の実施の形態において上述の従来例と同一構成の部分は、上述の従来例に付した符号と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0025】実施の形態1。図1は、この発明によるレーザ励起用電源装置の実施の形態1を示している。このレーザ励起用電源装置は、第1電源装置1と第2電源装置3と第3電源装置5とを有し、各電源装置1、3、5が出力する電流を並列に合成したもの(i)をレーザダイオード106に供給する。

【0026】第1電源装置1、第2電源装置3、第3電源装置5には、電流設定器7、9、11がそれぞれ個別に接続されており、第1電源装置1、第2電源装置3、第3電源装置5は電流設定器7、9、11によりそれぞれ個別にピーク電流値を設定される。

【0027】第1電源装置1は電流設定器7によりピーク電流値を設定されて第1励起強度I₁を出力し、第2電源装置3は電流設定器9によりピーク電流値を設定されて第2励起強度I₂を出力し、第3電源装置5は電流設定器11によりピーク電流値を設定されて第3励起強度I₃を出力する。

【0028】基準発信器104は、従来のものと同等のものであり、基準発信器104が出力する所定周波数、所定デューティの基準パルス信号は、第1遅れ要素13、第2遅れ要素15、インバータ要素17、19、第

1～第3ANDゲート要素21、23、25によるロジック回路27に inputs され、ロジック回路27より各電源装置1、3、5に与えられる。

【0029】第1ANDゲート要素21は、第1電源装置1のための電源出力信号を出力するものであり、基準発信器104の出力信号(基準パルス信号)aと第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bの反転信号cとの論理積信号dを電源出力信号として第1電源装置1に出力する。第1時間遅れ信号bは基準パルス信号aに対して第1遅れ要素13により決まる時間遅れを有する信号である。

【0030】第2ANDゲート要素23は、第2電源装置3のための電源出力信号を電源装置1に出力するものであり、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bと第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eの反転信号fとの論理積信号gを電源出力信号として第2電源装置3に出力する。第2時間遅れ信号eは第1時間遅れ信号bに対してさらに第2遅れ要素15により決まる時間遅れを有する信号である。

【0031】第3ANDゲート要素25は、第3電源装置5のための電源出力信号を電源装置1に出力するものであり、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bと第1遅れ要素13を通った後の第2時間遅れ信号eとの論理積信号hを電源出力信号として第3電源装置5に出力する。

【0032】つぎに、図2(a)～(j)に示されているタイミングチャートを参照して上述の構成によるレーザ励起用電源装置の動作について説明する。なお、図2において、(a)は基準発信器104の出力信号aを、(b)は第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを、(c)は第1時間遅れ信号bの反転信号cを、(d)は第1電源装置1のための電源出力信号dを、(e)は第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eを、(f)は第2時間遅れ信号eの反転信号fを、(g)は第2電源装置3のための電源出力信号gを、(h)は第3電源装置5のための電源出力信号hを、(i)は第1～第3電源装置1、3、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(j)はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【0033】第1電源装置1の電源出力信号dは、基準発信器104の出力信号aの立ち上がりから、第1時間遅れ信号bの立ち上がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第1電源装置1の動作時間T₁は第1遅れ要素13による遅れ時間D₁により決まる。

【0034】第2電源装置3の電源出力信号gは、時間遅れ信号dの立ち上がりから、もう一つの第2時間遅れ信号eの立ち上がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第2電源装置3の動作時間T₂は第2遅れ要素15による遅れ時間D₂により決まる。

【0035】第3電源装置5の電源出力信号(h)は、第2時間遅れ信号eの立ち上がりから、時間遅れ信号(b)の立ち下がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第3電源装置5の動作時間T₃は電源出力信号dのオン時間と第1遅れ要素13および第2遅れ要素15による遅れ時間D₁、D₂により決まる。

【0036】第1～第3電源装置1、3、5のそれぞれの電流設定器7、9、11で設定される励起強度(電流値)を合成すると、レーザダイオード106に供給する電流はiとなり、第1時間遅れ信号bをパルス信号の基準とした場合、すなわち、第1時間遅れ信号bをレーザ出力信号として取り扱えば、レーザ出力の立ち上がり遅れは、第1電源装置1の動作時間T₁と第1励起強度I₁、すなわち第1電源装置1の励起エネルギーを調整することによりゼロにすることができる。動作としては、第1励起強度I₁を高くすれば、遅れは少なくなる傾向にある。

【0037】レーザ出力の最初の急峻な立ち上がりL₁は第1励起強度I₁を高くすれば高くなる傾向にある。従って、最初の急峻な立ち上がりL₁を高くするためには、第1励起強度I₁を高くし、第1電源装置1の動作時間T₁はそれに従って短く設定することにより、第1時間遅れ信号bの立ち上がりと同時に高いレーザ出力の立ち上がりL₁を得ることができる。

【0038】第1励起強度I₁の高さと動作時間T₁(遅れ時間D₁)は、互いに相反する関係にあり、第1励起強度I₁を高くすると、遅れ時間D₁は短くなる。最初の急峻な立ち上がりL₁は、第1励起強度I₁の高さにほぼ比例し、レーザ発振器の構成にもよるが、第1励起強度I₁におけるレーザ出力の安定値の1/3程度の出力が得られる。

【0039】最初の急峻な立ち上がりの後は、第2電源装置3によって第2励起強度I₂をもって励起することによって緩やかなレーザ出力の立ち上がりL₂が得られ、第3励起強度I₃による安定出力値L₃に達した時点で、励起強度I₂から第3励起強度I₃に切り換えることにより、換言すれば、第3電源装置5によって第3励起強度I₃をもって励起することにより、図2(j)に示されているような波形によりレーザ出力を得ることができる。すなわち、第3励起強度I₃による安定出力値L₃に最も速く到達し、矩形出力に近い波形にすることができるものである。緩やかなレーザ出力の立ち上がりL₂は第2励起強度I₂を高くすることにより速めることができる。

【0040】つぎに、図3(a)～(c)を参照してレーザ出力の評価を行う。なお、(a)は第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを、(b)は第1～第3電源装置1、3、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(c)はレーザ出力波形をそれぞ

れ示している。

【0041】従来のレーザ励起用電源では、レーザ出力は、図3(c)において破線により示されているような出力波形であったが、この発明によるレーザ励起用電源によれば、図3(c)において実線により示されているような出力波形に改善される。特に、第1励起強度I₁、第2励起強度I₂を第3励起強度I₃に対して2～3倍高く設定すると、最初の急峻な立ち上がりL₁が高く、緩やかなレーザ出力の立ち上がりL₂の立ち上がり速度の速い、すなわち、安定出力値に達する時間T₃が、従来のそれT_aに比べて非常に短くできるので、レーザ加工時に高い周波数、低いデューティで加工してもレーザ出力が低下することはなく、加工性能の高いレーザ出力波形が得られる。

【0042】図4は、この発明によるレーザ励起用電源によるレーザ出力波形と、従来のレーザ励起用電源装置によるレーザ出力波形とを比較したものである。第3励起強度I₃が低い場合の出力波形はL_aからL₁に改善され、第3励起強度I₃が高く、デューティが低い場合の出力波形はL_bからL_hに改善される。どちらの波形も、レーザダイオードへ供給する平均電力は同等であっても、高い出力で、デューティが低い時のレーザ出力波形の改善度は非常に高い。

【0043】図5(a)～(c)はさらなるレーザ出力の立ち上がり波形の改善に注力した場合の制御特性を示している。なお、図5においても、(a)は第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを、(b)は第1～第3電源装置1、3、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(c)はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【0044】図5(a)～(c)に示されている制御特性では、最初の立ち上がりL₁が励起強度I₁による安定出力値L₁とほぼ等しくなるように第1励起強度I₁を設定(第3励起強度I₃の3倍程度)にしたもので、立ち上がりはほぼ完全な矩形にすることができ、高い周波数の低いデューティにおいても加工能力の高いレーザ出力を供給できる。この場合、第2励起強度I₂はゼロか非常に短期間になる。

【0045】図6(a)～(c)はレーザ出力波形の立ち上がり波形の改善に注力した場合の制御特性を示している。図6(a)～(c)に示されている制御特性では、第3励起強度I₃による安定出力値L₃より高い出力L_pが出るように、第2励起強度I₂を高く、第2励起強度I₂による通電時間T₂を長めにしたもので、波形立ち上がり時のピーク値を高く設定することができる。このような波形によるレーザ出力は、高反射材のレーザ加工に有用であり、加工性能の高いレーザ出力波形を提供できる。

【0046】図7(a)～(c)は他の制御特性を示している。この例は第1励起強度I₁をスレッシュホールド

ド（レーザ発振が始まる励起強度）強度よりわずかに低く設定している。この場合、第1励起強度 I_1 による通電時間 T_1 の期間はレーザ出力がないので、時間的な制限がなく、スレッシュホールドレベルに励起するための安定時間は200 μ s程度以上あれば、特に制御することなく第2励起強度 I_2 を立ち上げるとほぼ同時にレーザ出力を立ち上げることができる。この制御は制御要素が少ないので、回路が簡単になり、安価になることが特徴である。

【0047】実施の形態2。図8は、この発明によるバルスレーザ励起用電源装置の実施の形態2を示している。なお、図8において、図1に示されているものと同等あるいは同一の構成要素には、図1に付けた符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0048】第1～第3電源装置1、3、5は、それぞれ定電流供給部31と、定電流供給部31の出力側に接続された出力遮断部51とを有している。

【0049】定電流供給部31は、リアクトル33と、電流設定器7、9あるいは11により設定された電流値と電流検出器35により検出されるリアクトル電流値とを比較する比較器37と、直流電源39の正極側に接続されて比較器37の出力信号によりオンオフする定電流供給用のスイッチング素子41と、スイッチング素子41に直列接続されたダイオード43とを有し、スイッチング素子41とダイオード43との接続点に接続されたリアクトル33の電流が電流設定器7、9あるいは11により設定された電流値になるように制御する。

【0050】出力遮断部51は、直流電源39の正極側に接続されたダイオード53と、ダイオード53と直列に接続され、インバータ55を介してロジック回路27の第1ANDゲート要素21、第2ANDゲート要素23あるいは第3ANDゲート要素25によりの論理積信号d、gあるいはhを与えられてオンオフする出力遮断制御用のスイッチング素子57とを有し、スイッチング素子57のオンオフによりレーザダイオード106に対する通電を制御する。

【0051】この実施の形態でも、第1～第3電源装置1、3、5のそれぞれの出力遮断部51に、実施の形態1における場合と同様の論理積信号d、g、hを与えることにより、実施の形態1における場合と同様に、第1励起強度 I_1 、第2励起強度 I_2 、第3励起強度 I_3 による電流を順次発生することができ、それをダイオード61、63、65により合成してレーザダイオード106に供給することができる。

【0052】従って、この実施の形態でも、実施の形態1における場合と同様の効果が得られる。

【0053】実施の形態3。図9は、この発明によるバルスレーザ励起用電源装置の実施の形態3を示している。なお、図9において、図1に示されているものと同等あるいは同一の構成要素には、図1に付けた符号と

一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0054】この実施の形態では、高速応答型の一つの電源装置71が設けられ、電源装置71に接続する電流設定器をスイッチ73、75、77により切り換えるようになっている。

【0055】電源装置71は、スイッチ73の閉成により電流設定器（第1電流設定器）7により設定される電流値（第1励起強度 I_1 ）の電流を出力し、スイッチ75の閉成により電流設定器（第2電流設定器）9により設定される電流値（第2励起強度 I_2 ）の電流を出力し、スイッチ77の閉成により電流設定器（第3電流設定器）11により設定される電流値（第3励起強度 I_3 ）の電流を出力する。

【0056】この実施の形態でも、スイッチ73、75、77を、実施の形態1における場合と同様の論理積信号d、g、hによって開閉することにより、実施の形態1における場合と同様に、第1励起強度 I_1 、第2励起強度 I_2 、第3励起強度 I_3 による電流を順次発生することができ、それをレーザダイオード106に供給することができる。

【0057】従って、この実施の形態でも、実施の形態1における場合と同様の効果が得られ、しかも、電源装置は1台でよく、回路が簡単で、安価になる。

【0058】実施の形態4。図10は、この発明によるバルスレーザ励起用電源装置の実施の形態4を示している。なお、図10においても、図1に示されているものと同等あるいは同一の構成要素には、図1に付けた符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0059】この実施の形態では、実施の形態1における第1電源装置1と、第3電源装置5に相当する二つの電源装置が設けられ、実施の形態1において第2電源装置3により期間 T_2 に互って第2励起強度 I_2 の電流を供給することを、第1電源装置1と第3電源装置5との重複動作により第1励起強度 I_1 + 第3励起強度 I_3 で第2励起強度 I_2 を得るようになっている。

【0060】上述のような動作が得られるよう、ロジック回路27は、第1遅れ要素13、第2遅れ要素15、インバータ要素19、ANDゲート要素29を備え、ANDゲート要素29による基準発信器104の出力信号aと第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eの反転信号fとの論理積信号jを電源出力信号として第1電源装置1に出力し、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを電源出力信号として第3電源装置5に出力する。

【0061】つぎに、図11(a)～(j)に示されているタイミングチャートを参照して上述の構成によるレーザ励起用電源装置の動作について説明する。なお、図11において、(a)は基準発信器104の出力信号aを、(b)は第1遅れ要素13を通った後の時間遅れ信号（第3電源装置5のための電源出力信号）bを、

(c) は第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eを、(d) は第2時間遅れ信号eの反転信号fを、(e) は第1電源装置1のための電源出力信号jを、(f) は第1、第3電源装置1、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(g) はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【0062】第1電源装置1の電源出力信号jは、基準発信器104の出力信号aの立ち上がりから、第2時間遅れ信号eの立ち上がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第1電源装置1の動作時間10 $T_1 + T_2$ となる。

【0063】第3電源装置5の電源出力信号bは、第1時間遅れ信号bの立ち上がりから、第1時間遅れ信号bの立ち下がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第3電源装置5の動作時間 $T_1 + T_2$ となる。これにより、動作時間 T_1 において第1電源装置1と第3電源装置7との重複動作し、実施の形態1における場合と同等に、第2励起強度 I_1 が第1励起強度 I_1 と第3励起強度 I_1 との間に得られる。

【0064】従って、この実施の形態でも、実施の形態1における場合と同様の効果が得られ、しかも、電源装置は2台でよく、回路が簡単で、安価になる。

【0065】図12は、実施の形態4によるパルスレーザ励起用電源装置の具体的回路構成を示している。なお、図12において、図8、図11に示されているものと同等あるいは同一の構成要素には、図8、図11に付けた符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0066】実施の形態5。図13は、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態5を示している。なお、図13において、図12に示されているものと同等あるいは同一の構成要素には、図12に付けた符号と同一の符号を付けてその説明を省略する。

【0067】この実施の形態では、第1電源装置1と第3電源装置5の二つの電源装置が設けられている。第1電源装置1は、直流電源81の正極側に接続されたスイッチング素子83と直流電源85の正極側に接続されたダイオード87との直列体と、スイッチング素子83とダイオード87との接続点に接続されたリアクトル89を有しており、スイッチング素子83がオンすることにより、直流電源81の電圧によりリアクトル89の電流40 をレーザダイオード106に供給する。

【0068】第3電源装置5は、図12に示されているものと同等のものであり、スイッチング素子83のオフによるダイオード87のオンとスイッチング素子57のオンにより、第1電源装置1のリアクトル89の電流と直流電源39が出力する電流とをレーザダイオード106に供給する。

【0069】ロジック回路27は、第1遅れ要素13、インバータ要素17、ANDゲート要素28を備え、ANDゲート要素28による基準発信器104の出力信号50

aと第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bの反転信号との論理積信号kを電源出力信号として第1電源装置1に出力し、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを電源出力信号として第3電源装置5に出力する。

【0070】つぎに、図14(a)～(f)に示されているタイミングチャートを参照して上述の構成によるレーザ励起用電源装置の動作について説明する。なお、図14において、(a)は基準発信器104の出力信号aを、(b)は第1遅れ要素13を通った後の時間遅れ信号(第3電源装置5のための電源出力信号)bを、

(c)第1時間遅れ信号bの反転信号cを、(d)は第1電源装置1のための電源出力信号kを、(e)は第1、第3電源装置1、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(f)はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【0071】電源出力信号kによってスイッチング素子83がオンし、直流電源81の電圧によりリアクトル89からレーザダイオード106に到る回路の電流iが符号Iaにより示されているように増加し、期間 T_1 後に第1時間遅れ信号bが立ち上がることによってスイッチング素子83がオフする。

【0072】第1時間遅れ信号bが立ち上がると、この信号によって第3電源装置7がオンし、第1電源装置1のリアクトル89の電流と、第3電源装置7が出力する電流の合計値Ibによる電流Ibがレーザダイオード106に供給される。これにより、レーザダイオード106に高いピーク電流が流れる。

【0073】第1電源装置1のリアクトル89は、比較的小さなインダクタンスを持ち、直流電源81により増加する電流Iaによる第1励起強度によって第1時間遅れ信号bの立ち上がりと同時に最初のレーザ出力の立ち上がりを得られるように、リアクトル89のインダクタンス値と期間 T_1 および直流電源81の電圧を選ぶ。

【0074】第1時間遅れ信号bが立ち上がると、スイッチング素子83はオフするので、ダイオード87がオンし、直流電源85とリアクトル87のインダクタンスで決まる電流Ibが、ゼロになるまでの期間は第2励起強度の期間 T_2 に相当し、それ以後は第3励起強度 I_1 に相当する。電流Ibの傾き、すなわち期間 T_2 を変更するには、直流電源85の電圧、またはリアクトル89のインダクタンス値を期間 T_2 所望の値となるように選ぶ。

【0075】第3電源装置5は、第1時間遅れ信号bと同時にオンし、電流Ibのピークは高い電流であるが、時間が短く一定の勾配で減少するので、レーザダイオード106に対する無理な電流負担度が小さい。

【0076】この実施の形態は、上述のように、第1電源装置1の電流を1度オンオフするだけの簡単な構成であるので、回路が簡単で、安価である特徴がある。

【0077】図15はレーザダイオードに流す電流に対するレーザ出力特性を示している。レーザダイオードは半導体であるので、連続電流を流した場合には、35 A程度が限界であり、その時のレーザ出力は116 Wである。

【0078】レーザダイオードに入力した電力に対するレーザ出力は、レーザダイオードのオン電圧が2 Vで、16個直列の場合電流効率は10.4%である。一方、パルスの電流を流すと、平均電流を一定とすれば、何倍か流してもレーザダイオードは破壊することはない。2.5倍の88 Aの電流を流すと、レーザ出力は454 W、効率は16.1%と、はるかに連続電流で励起するより効率が低い。

【0079】しかも、2.5倍の電流ではあるが、レーザ出力は3.9倍になり、高ピークパルスでレーザ発振させることにより、電流効率が高く、同一のレーザダイオードで高い出力が得られ、パルスレーザ出力がレーザ加工性能に与える改善度は非常に高い。特に、パルスによる加工性能の向上は、低いデューティになるほど顕著であり、電力効率、ダイオードの使用率、加工性能をすべて改善できる効果は大である。

【0080】なお、第1、2、3励起強度という3つの強度をそれぞれ出力する電源の出力を合成するように実施の形態で説明したが、メモリ等でこの強度パターンを記憶させ、コンピュータ等のプログラムで出力波形を指令し、少なくとも1つの電源を動作させるようにしても、同様の効果が得られる。

【0081】また、この発明によるパルスレーザ励起制御方法およびパルスレーザ励起用電源装置は、レーザダイオード励起の固体レーザ以外に、他の方式のレーザ、例えば、放電励起式のガスレーザであるCO₂レーザ、ランプ励起式の固体レーザでも同等の効果を奏する。

【0082】

【発明の効果】以上の説明から理解される如く、この発明によるパルスレーザ励起制御方法によれば、レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第1励起強度による励起を励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第2励起強度による励起を励起手段に対して行い、第2励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第3励起強度による励起を励起手段に対して行うから、レーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0083】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法によれば、第1励起強度がレーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であることにより、レーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロに

することができ、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0084】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法によれば、第2励起強度が第3励起強度に比べ高い励起強度であり、第2励起強度によるレーザ出力は第3励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力するから、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0085】つぎの発明によるパルスレーザ励起制御方法によれば、第1励起強度がレーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であるから、時間的な制限がなく、特に制御することなく第2励起強度を立ち上げるとほぼ同時にレーザ出力を立ち上げることができるようになり、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0086】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第1電源装置が基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、第2電源装置が第1時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、第3電源装置が第2時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、第1電源装置と第2電源装置と第3電源装置の合成出力を励起手段に供給するから、レーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0087】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、前記第1電源装置と前記第2電源装置と前記第3電源装置のそれぞれのリアクトルに各電流設定器で設定した電流が流れ、各電源装置の出力遮断部の制御により、第1電源装置が基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、第2電源装置が第1時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、第3電源装置が第2時間遅れ信号の立ち上がりから第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、第1電源装置と第2電源装置と第3電源装置の合成出力を励起手段に供給するから、レーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0088】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、スイッチの切換動作により、第1電流設定器が基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号

に対して時間遅れを有する第 1 時間遅れ信号の立ち上がりまで電源装置に接続され、第 2 電流設定器が第 1 時間遅れ信号の立ち上がりから第 1 時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第 2 時間遅れ信号の立ち上がりまで電源装置に接続され、第 3 電流設定器が第 2 時間遅れ信号の立ち上がりから第 1 時間遅れ信号の立ち下がりまで電源装置に接続されるから、レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第 1 励起強度による励起を励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第 2 励起強度による励起を励起手段に対して行い、第 2 励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第 3 励起強度による励起を励起手段に対して行うことができ、このことによってレーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0089】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第 1 電源装置が基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第 1 時間遅れ信号に対してさらに時間遅れを有する第 2 時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、第 3 電源装置が第 1 時間遅れ信号の立ち上がりから第 1 時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、第 1 電源装置と第 3 電源装置の合成出力を励起手段に供給するから、レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第 1 励起強度による励起を励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第 2 励起強度による励起を励起手段に対して行い、第 2 励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第 3 励起強度による励起を励起手段に対して行うことができ、このことによりレーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0090】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第 1 電源装置のスイッチング素子が基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する時間遅れ信号の立ち上がりまでオンし、第 3 電源装置が時間遅れ信号の立ち上がりから時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、リアクトルと第 3 電源装置の出力の合成出力を励起手段に供給するから、レーザ出力信号がオンする直前にレーザ出力信号がオンするまで第 1 励起強度による励起を励起手段に対して行い、レーザ出力信号がオンした直後からレーザ出力信号がオフする以前の所定時点まで第 2 励起強度による励起を励起手段に対して行い、第 2 励起強度による通電の終了時点からレーザ出力信号がオフするまで第 3 励起強度による

励起を励起手段に対して行うことができ、このことによりレーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロまたは非常に少なくでき、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0091】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第 1 励起強度がレーザ出力信号と同時にレーザ出力が立ち上がるに必要とするエネルギー量であることにより、レーザ出力の立ち上がり部分の遅れをゼロとすることができ、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0092】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第 2 励起強度が第 3 励起強度に比べ高い励起強度であり、第 2 励起強度によるレーザ出力が第 3 励起強度によるレーザ出力の安定値と同一になるまでの期間出力するから、定常出力に速く達し、パルス出力の応答性がよく、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【0093】つぎの発明によるパルスレーザ励起用電源装置によれば、第 1 励起強度がレーザ発振を始める強度よりわずかに低い値であることにより、時間的な制限がなく、特に制御することなく第 2 励起強度を立ち上げるとほぼ同時にレーザ出力を立ち上げることができるようになり、従来の電源では不可能であった高周波数、低デューティでの加工が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態 1 を示すブロック線図である。

【図 2】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図 3】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置における制御特性を示すタイミングチャートである。

【図 4】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置における他の制御特性を示すタイミングチャートである。

【図 5】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置における他の制御特性を示すタイミングチャートである。

【図 6】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置における他の制御特性を示すタイミングチャートである。

【図 7】 実施の形態 1 によるパルスレーザ励起用電源装置における他の制御特性を示すタイミングチャートである。

【図 8】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態 2 を示す回路図である。

【図 9】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態 3 を示すブロック線図である。

【図 10】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装

置の実施の形態4を示すブロック線図である。

【図11】 実施の形態4によるパルスレーザ励起用電源装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図12】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態4を示す回路図である。

【図13】 この発明によるパルスレーザ励起用電源装置の実施の形態5を示すブロック線図である。

【図14】 実施の形態5によるパルスレーザ励起用電源装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図15】 レーザダイオード電流とレーザ出力との関係を示すグラフである。

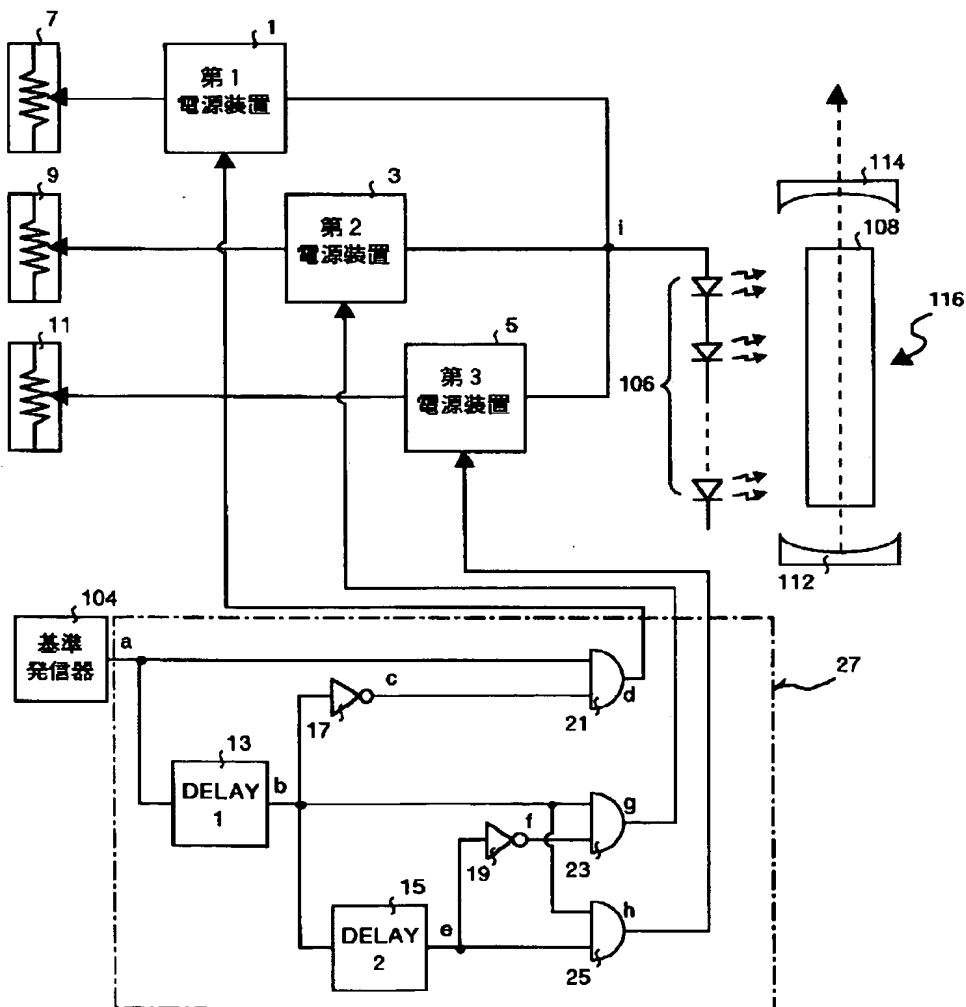
【図16】 パルスレーザ励起用電源装置の従来例を示すブロック線図である。

*【図17】 従来のパルスレーザ励起用電源装置の動作を示すタイミングチャートである。

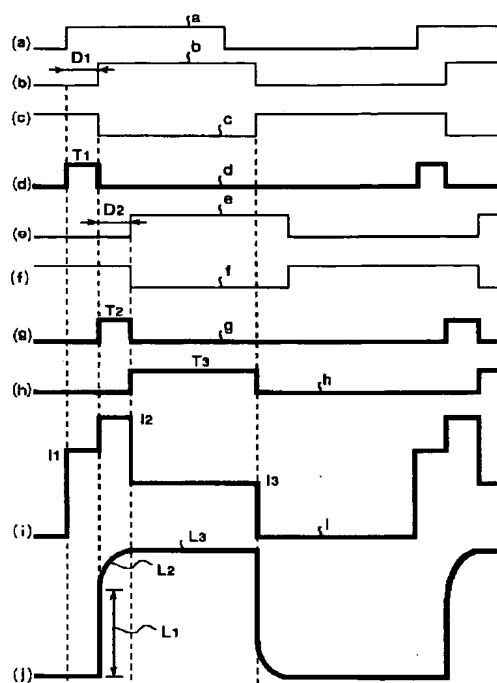
【符号の説明】

1 第1電源装置, 3 第2電源装置, 5 第3電源装置, 7, 9, 11 電流設定器, 27 ロジック回路, 31 定電流供給部, 33 リアクトル, 37 比較器, 39 直流電源, 41 スwitching素子, 43 ダイオード, 51 出力遮断部, 53 ダイオード, 57 スwitching素子, 71 電源装置, 73, 75, 77 スwitch, 81 直流電源, 83 スwitching素子, 85 直流電源, 87 ダイオード, 89 リアクトル, 104 基準発信器, 106 レーザダイオード, 108 固体レーザ媒質。

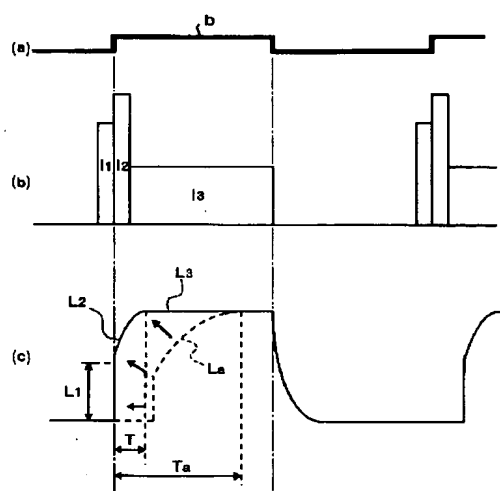
【図1】



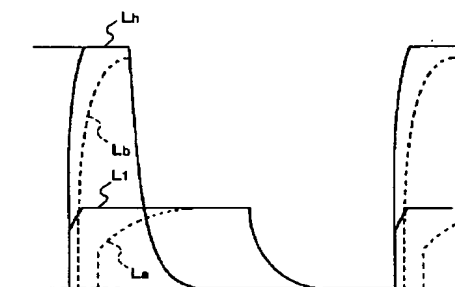
【図 2】



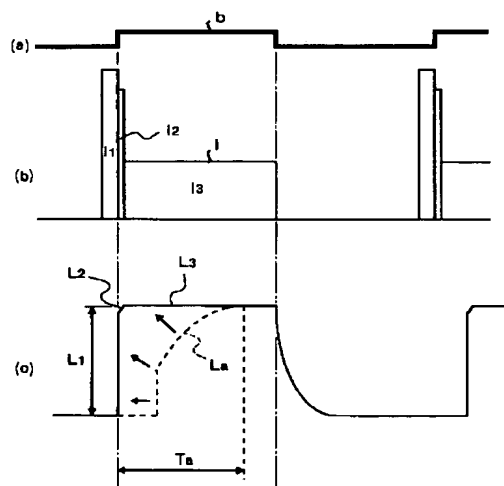
【図 3】



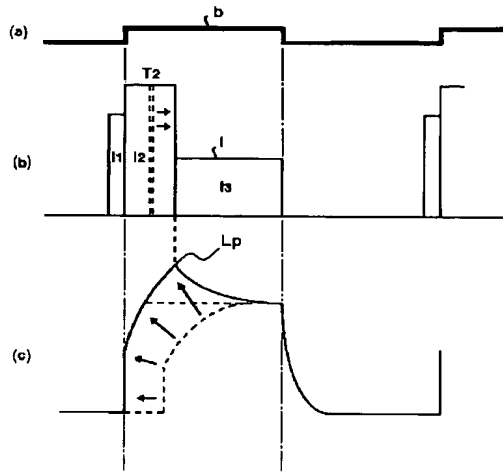
【図 4】



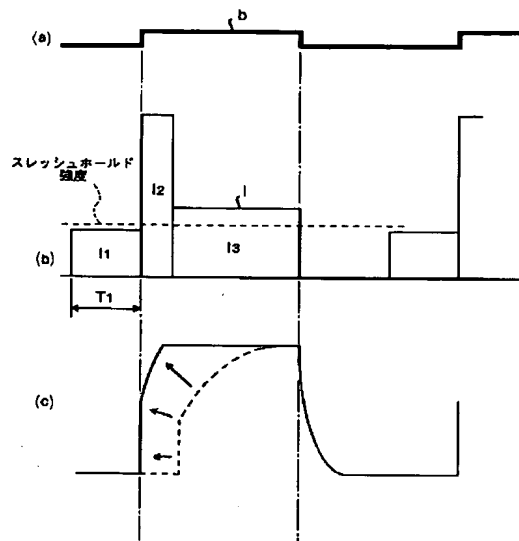
【図 5】



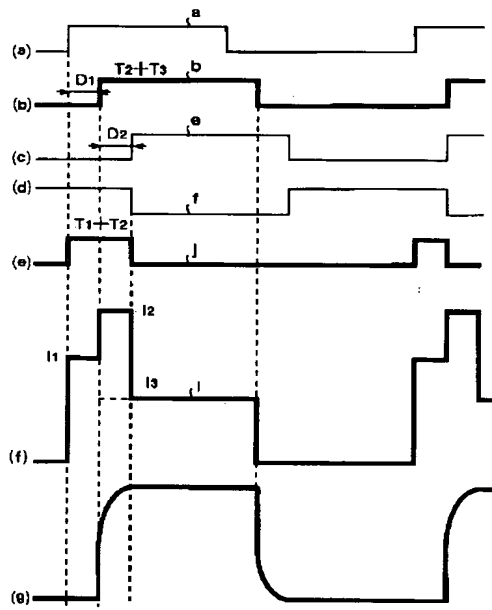
【図6】



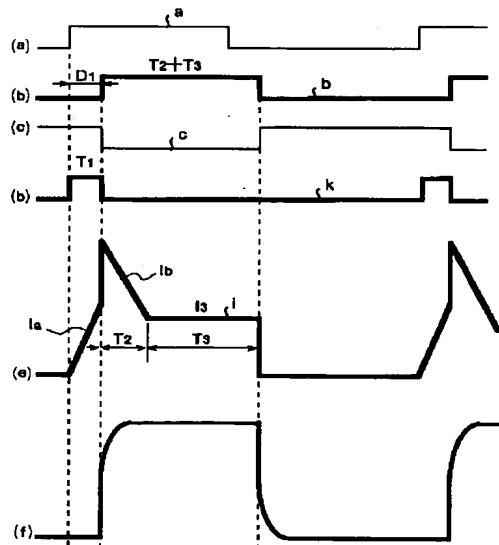
【図7】



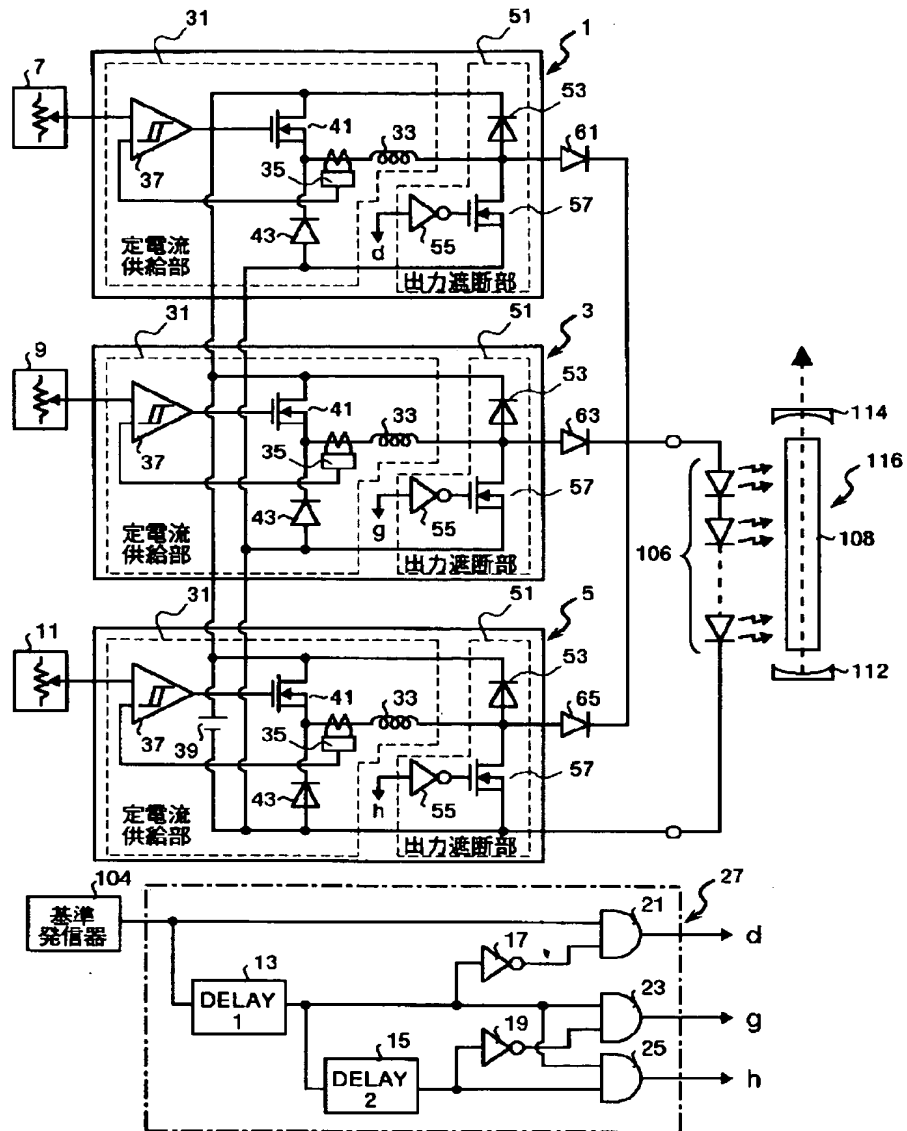
【図11】



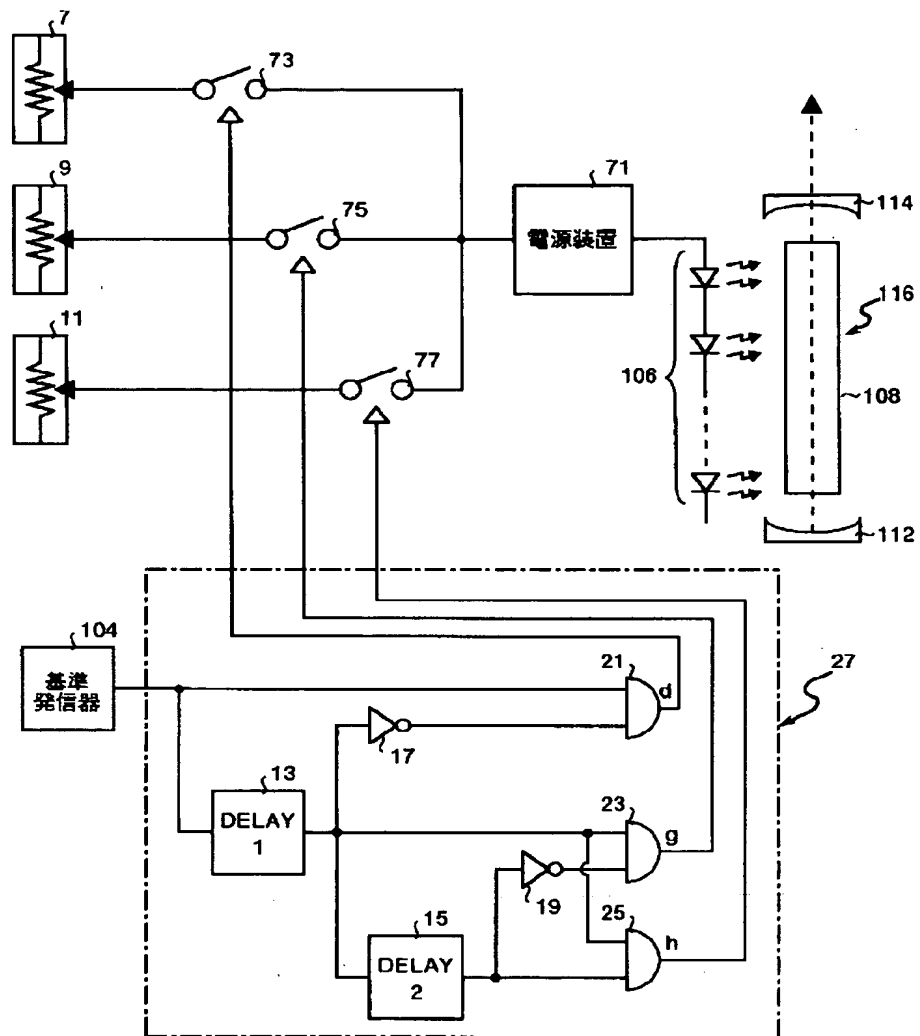
【図14】



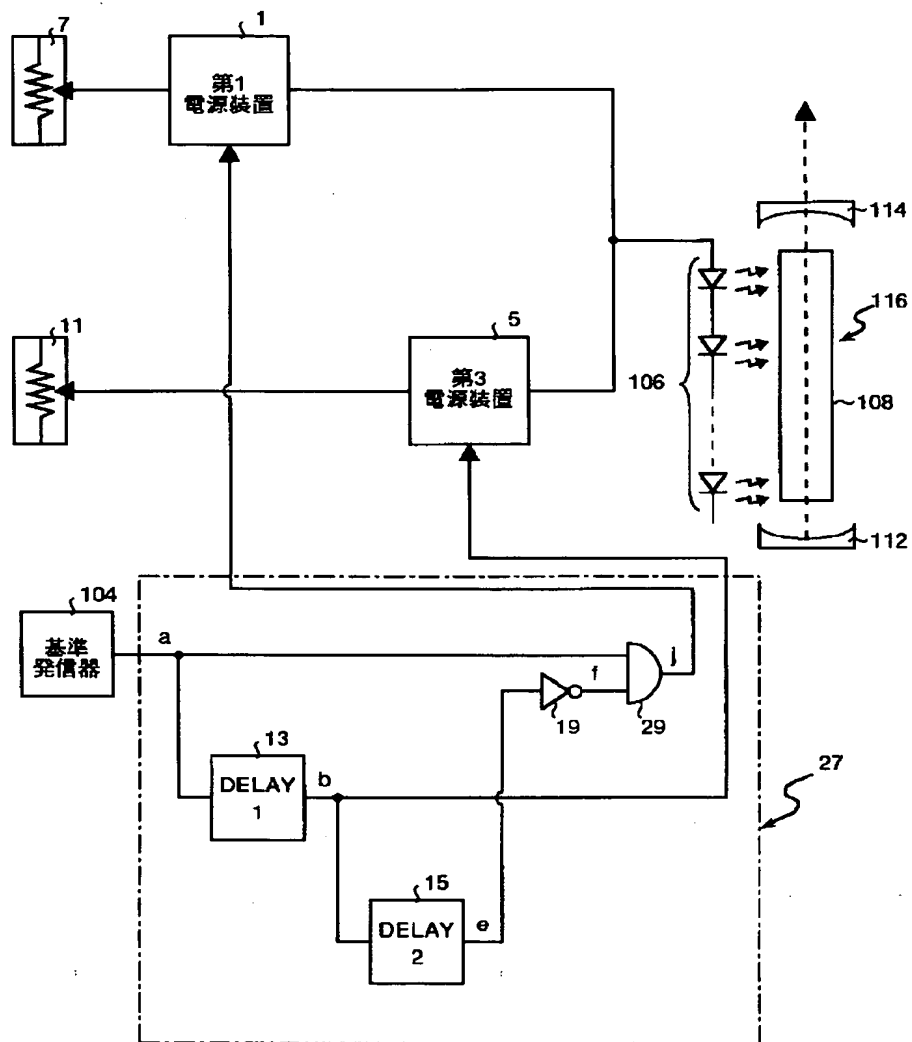
【図8】



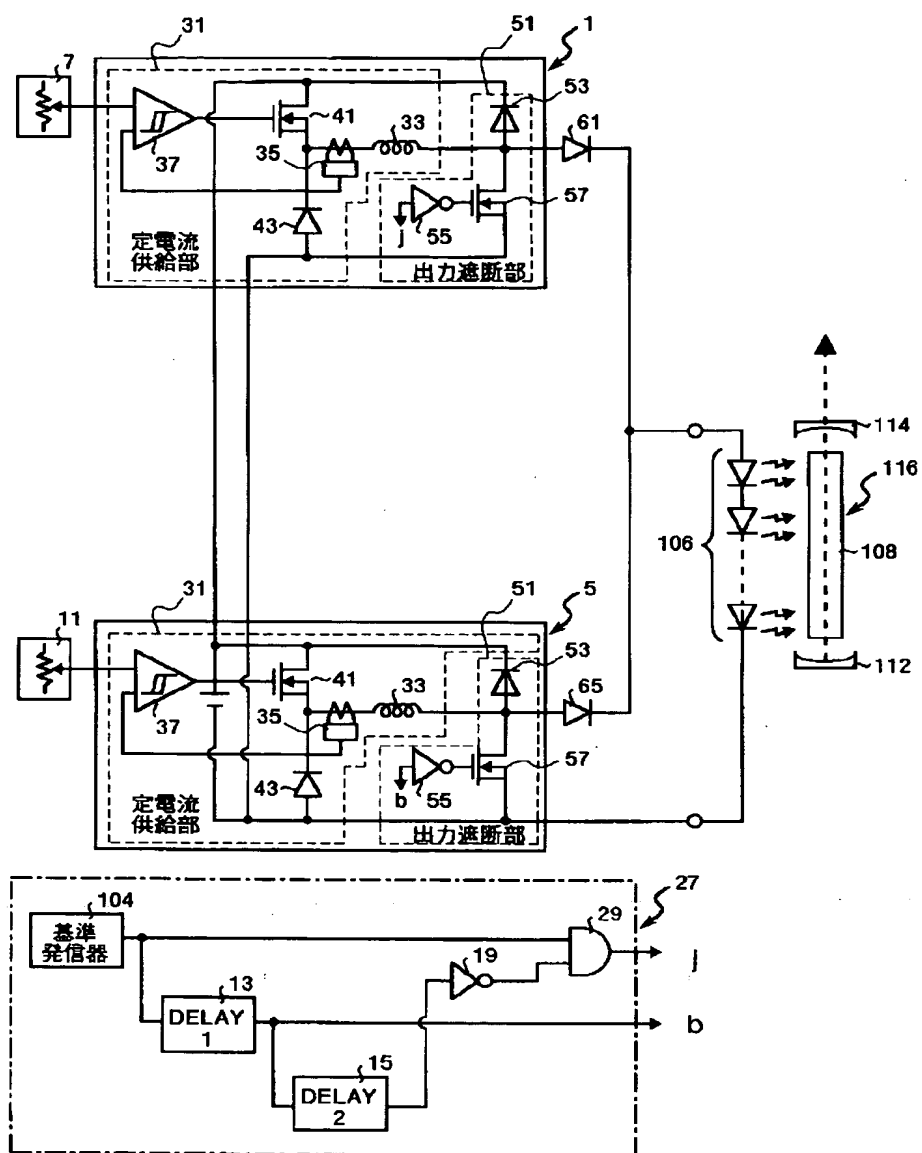
【図9】



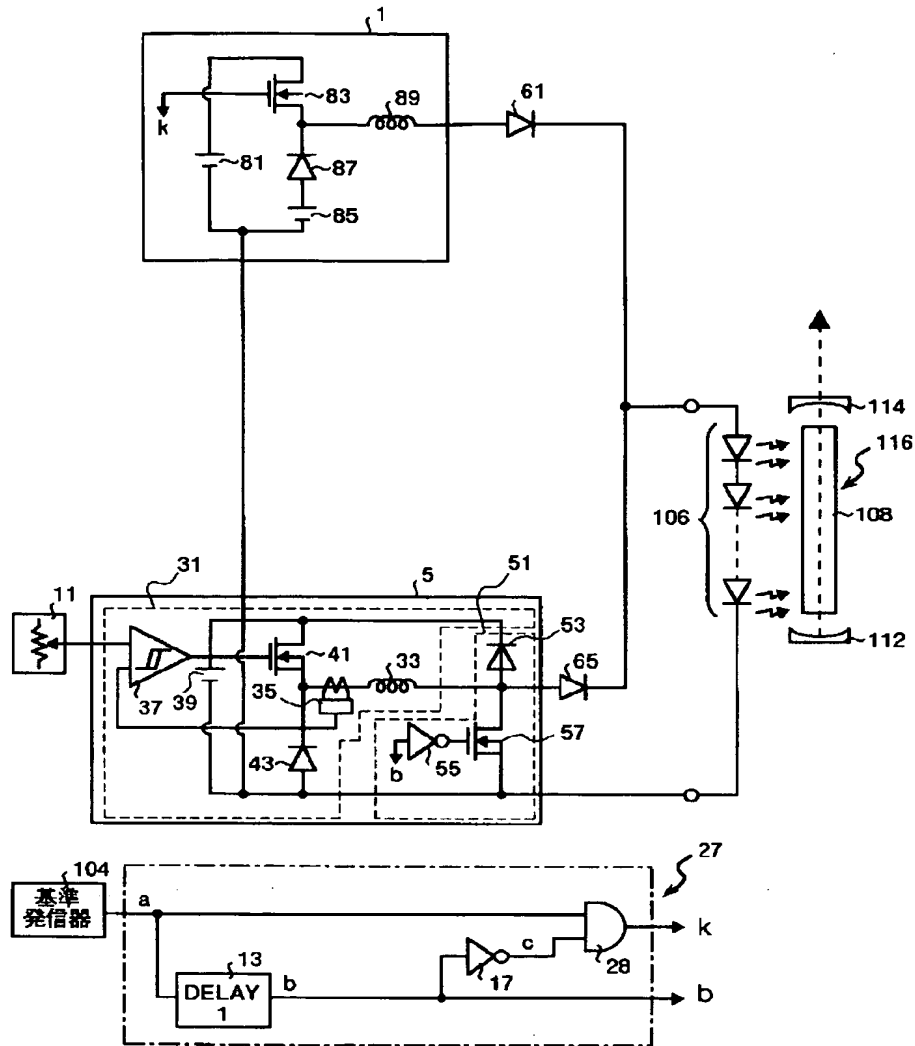
【図10】



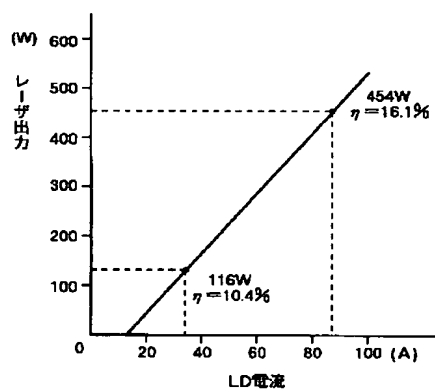
【図12】



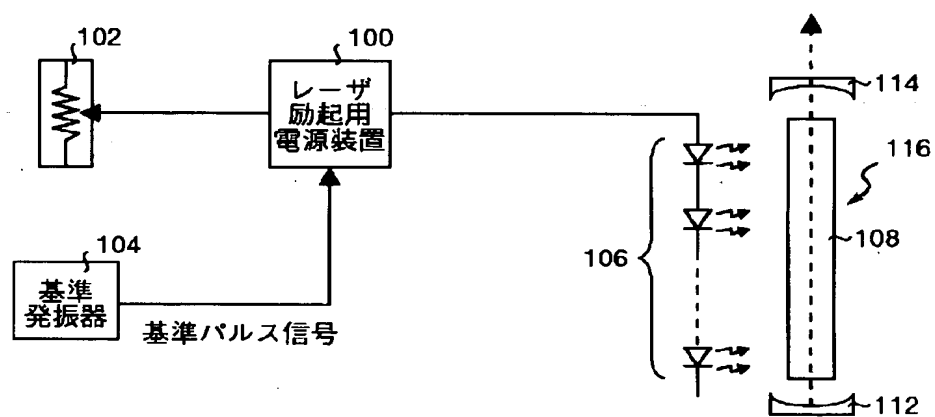
【図13】



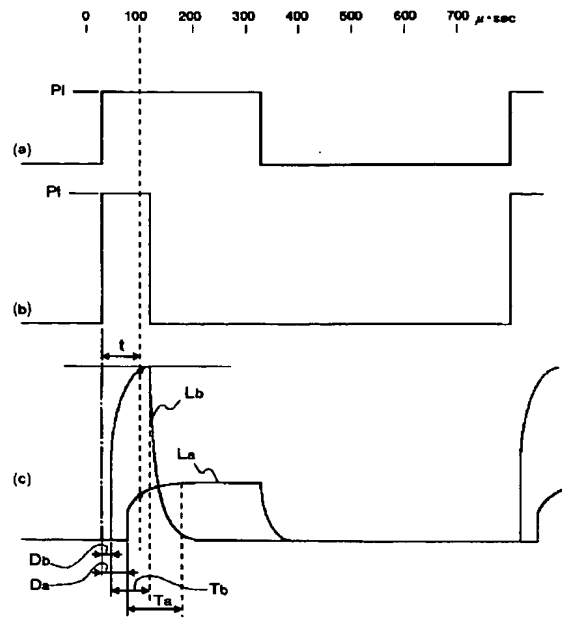
【図15】



【図16】



【図17】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成13年10月26日(2001.10.26)

【公開番号】特開平11-135860
 【公開日】平成11年5月21日(1999.5.21)
 【年通号数】公開特許公報11-1359
 【出願番号】特願平9-301153
 【国際特許分類第7版】

H01S 3/092
 5/042
 3/097

【F I】

H01S 3/092
 3/096
 3/097 A

【手続補正書】

【提出日】平成13年1月30日(2001.1.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また上述の目的を達成するために、この発明によるパルスレーザ励起用電源装置は、放電またはランプ、またはレーザダイオード等の励起手段によりレーザ媒質を励起してレーザ光を発振するレーザ装置のパルスレーザ励起用電源装置において、第1励起強度を出力する第1電源装置と、第2励起強度を出力する第2電源装置と、第3励起強度を出力する第3電源装置とを有し、前記第1電源装置は基準発信器が出力する基準パルス信号の立ち上がりから基準パルス信号に対して時間遅れを有する第1時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第2電源装置は前記第1時間遅れ信号の立ち上がりから当該第1時間遅れ信号に対して時間遅れを有する第2時間遅れ信号の立ち上がりまで動作し、前記第3電源装置は前記第2時間遅れ信号の立ち上がりから前記第1時間遅れ信号の立ち下がりまで動作し、前記第1電源装置と前記第2電源装置と前記第3電源装置の合成出力を前記励起手段に供給するものである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】第2ANDゲート要素23は、第2電源装置3のための電源出力信号を出力するものであり、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bと第2遅

れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eの反転信号fとの論理積信号gを電源出力信号として第2電源装置3に出力する。第2時間遅れ信号eは第1時間遅れ信号bに対してさらに第2遅れ要素15により決まる時間遅れを有する信号である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】第3ANDゲート要素25は、第3電源装置5のための電源出力信号を出力するものであり、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bと第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eとの論理積信号hを電源出力信号として第3電源装置5に出力する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】第2電源装置3の電源出力信号gは、時間遅れ信号bの立ち上がりから、もう一つの第2時間遅れ信号eの立ち上がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第2電源装置3の動作時間T₂は第2遅れ要素15による遅れ時間D₂により決まる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】第3電源装置5の電源出力信号hは、第2

時間遅れ信号eの立ち上がりから、時間遅れ信号bの立ち下がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第3電源装置5の動作時間 T_2 は電源出力信号dのオン時間と第1遅れ要素13および第2遅れ要素15による遅れ時間 D_1 、 D_2 により決まる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】従来のレーザ励起用電源装置では、レーザ出力は、図3(c)において破線により示されているような出力波形であったが、この発明によるレーザ励起用電源装置によれば、図3(c)において実線により示されているような出力波形に改善される。特に、第1励起強度 I_1 、第2励起強度 I_2 を第3励起強度 I_3 に対して2~3倍高く設定すると、最初の急峻な立ち上がり L_1 が高く、緩やかなレーザ出力の立ち上がり L_2 の立ち上がり速度の速い、すなわち、安定出力値に達する時間 T が、従来のそれ T_a に比べて非常に短くできるので、レーザ加工時に高い周波数、低いデューティで加工してもレーザ出力が低下することはなく、加工性能の高いレーザ出力波形が得られる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】図4は、この発明によるレーザ励起用電源装置によるレーザ出力波形と、従来のレーザ励起用電源装置によるレーザ出力波形とを比較したものである。第3励起強度 I_3 が低い場合の出力波形は L_a から L_1 に改善され、第3励起強度 I_3 が高く、デューティが低い場合の出力波形は L_b から L_h に改善される。どちらの波形も、レーザダイオードへ供給する平均電力は同等であっても、高い出力で、デューティが低い時のレーザ出力波形の改善度は非常に高い。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正内容】

【0061】つぎに、図11(a)~(g)に示されているタイミングチャートを参照して上述の構成によるレーザ励起用電源装置の動作について説明する。なお、図11において、(a)は基準発信器104の出力信号aを、(b)は第1遅れ要素13を通った後の時間遅れ信号(第3電源装置5のための電源出力信号)bを、(c)は第2遅れ要素15を通った後の第2時間遅れ信号eを、(d)は第2時間遅れ信号eの反転信号fを、

(e)は第1電源装置1のための電源出力信号jを、(f)は第1、第3電源装置1、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(g)はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】第3電源装置5の電源出力信号bは、第1時間遅れ信号bの立ち上がりから、第1時間遅れ信号bの立ち下がりまでの時間、ハイレベルになる信号であり、この信号による第3電源装置5の動作時間は $T_2 + T_1$ となる。これにより、動作時間 T_2 において第1電源装置1と第3電源装置5との重複動作し、実施の形態1における場合と同等に、第2励起強度 I_2 が第1励起強度 I_1 と第3励起強度 I_3 との間に得られる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】ロジック回路27は、第1遅れ要素13、インバータ要素17、ANDゲート要素28を備え、ANDゲート要素28による基準発信器104の出力信号aと第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bの反転信号cとの論理積信号kを電源出力信号として第1電源装置1に出力し、第1遅れ要素13を通った後の第1時間遅れ信号bを電源出力信号として第3電源装置5に出力する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正内容】

【0070】つぎに、図14(a)~(f)に示されているタイミングチャートを参照して上述の構成によるレーザ励起用電源装置の動作について説明する。なお、図14において、(a)は基準発信器104の出力信号aを、(b)は第1遅れ要素13を通った後の時間遅れ信号(第3電源装置5のための電源出力信号)bを、(c)は第1時間遅れ信号bの反転信号cを、(d)は第1電源装置1のための電源出力信号kを、(e)は第1、第3電源装置1、5よりレーザダイオード106に与える合成電流iを、(f)はレーザ出力波形をそれぞれ示している。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】第1時間遅れ信号bが立ち上がると、この信号によって第3電源装置5がオンし、第1電源装置1のリアクトル89の電流と、第3電源装置5が出力する電流の合計値による電流I_bがレーザダイオード106に供給される。これにより、レーザダイオード106に高いピーク電流が流れる。

【手続補正13】

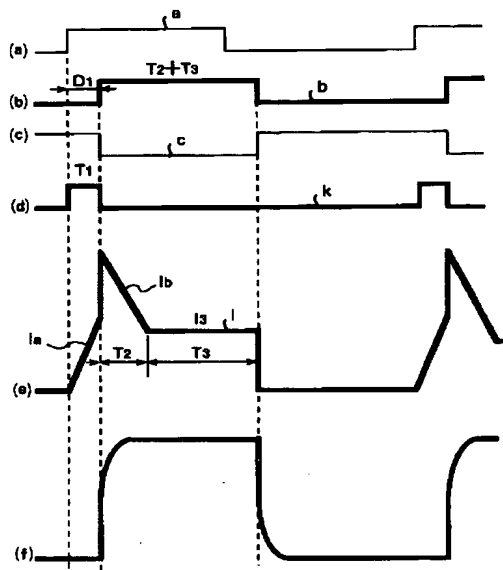
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図14

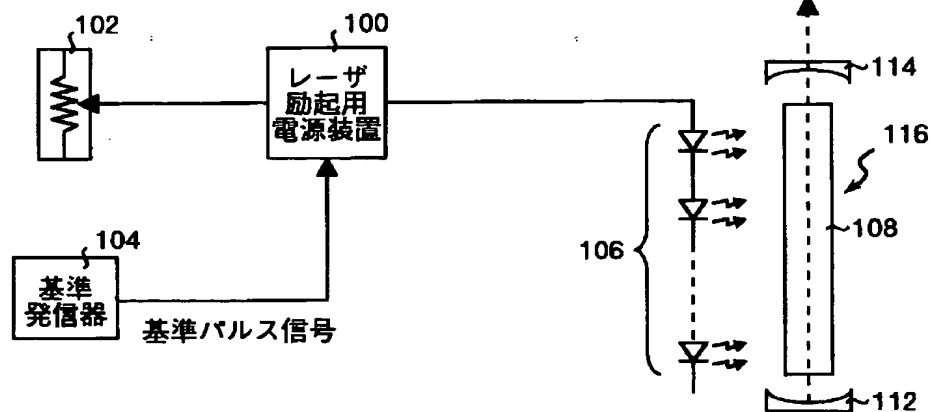
【補正方法】変更

【補正内容】

【図14】



*



*【手続補正14】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図16

【補正方法】変更

【補正内容】

【図16】